

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
دانشکده جنگلداری و فناوری چوب

پایان نامه جهت دریافت درجه کارشناسی ارشد (M.Sc.) در رشته مهندسی علوم و صنایع چوب و کاغذ (گرایش حفاظت و اصلاح چوب)

بررسی مقاومت به پوسیدگی چوب صنوبر تیمار شده با نانو دی اکسید تیتانیم

پژوهش و نگارش:
آرمان احمدی نژاد

استاد راهنما:
دکتر اصغر امیدوار

استاد مشاور:
دکتر محمد رضا ماستری فراهانی

۱۳۹۰

۱	۱-۱- مقدمه
۲	۲-۱- کلیاتی در مورد نانو
۲	۱-۲-۱- نانو چیست؟
۲	۲-۲-۱- نانو تکنولوژی چیست؟
۳	۳-۲-۱- چرا نانو تکنولوژی
۳	۴-۲-۱- کاربردهای نانو تکنولوژی
۴	۵-۲-۱- نانو ذرات
۴	۶-۲-۱- کاربردهای نانو ذرات
۵	۷-۲-۱- روش های ساخت نانو ذرات
۵	۸-۲-۱- تعیین مشخصات نانو ذرات
۶	۹-۲-۱- متداولترین نانو ذرات
۶	۱-۹-۲-۱- نانو ذرات نیمه رسانا (نقاط کوانتومی)
۶	۲-۹-۲-۱- نانو ذرات سرمایی
۷	۳-۹-۲-۱- نانو کامپوزیت نانو ذره ای
۸	۴-۹-۲-۱- نانو ذرات فلزی
۸	۵-۹-۲-۱- نانو کامپوزیت های نانو ذره ای فلزی
۹	۱-۰-۲-۱- کلویدها - نانو ذرات قدیمی
۹	۱-۱-۰-۲-۱- کلویید چیست؟
۹	۲-۱-۰-۲-۱- کلویید چگونه کشف شد؟
۹	۳-۱-۰-۲-۱- انواع کلویید ها
۱۰	۴-۱-۰-۲-۱- تفاوت کلوییدها و محلول ها
۱۱	۵-۱-۰-۲-۱- اندازه های کلوییدی
۱۱	۳-۱-۱-۰-۲-۱- اطلاعات اولیه درباره تیتانیم
۱۲	۱-۳-۱-۱-۰-۲-۱- تاریخچه تیتانیم
۱۲	۲-۳-۱-۱-۰-۲-۱- چگونگی پیدایش
۱۲	۳-۳-۱-۱-۰-۲-۱- خصوصیات تیتانیم
۱۳	۴-۳-۱-۱-۰-۲-۱- کاربردهای تیتانیم
۱۴	۵-۳-۱-۱-۰-۲-۱- فرآیند تولید تیتانیم
۱۴	۶-۳-۱-۱-۰-۲-۱- ترکیبات تیتانیم
۱۴	۷-۳-۱-۱-۰-۲-۱- ایزوتوپها
۱۵	۸-۳-۱-۱-۰-۲-۱- هشدارها
۱۶	۴-۱-۱-۱-۰-۲-۱- معرفی و ویژگی های گونه چوبی مورد تحقیق
۱۶	۱-۴-۱-۱-۱-۰-۲-۱- گیاه شناسی صنوبر
۱۷	۲-۴-۱-۱-۱-۰-۲-۱- مشخصات اکولوژیکی صنوبر
۱۷	۳-۴-۱-۱-۱-۰-۲-۱- مشخصات مرفولوژیکی صنوبر
۱۷	۴-۴-۱-۱-۱-۰-۲-۱- مشخصات آناتومیکی و ماکروسکوپی چوب صنوبر
۱۷	۵-۴-۱-۱-۱-۰-۲-۱- مشخصات آناتومیکی و میکروسکوپی چوب صنوبر
۱۸	۶-۴-۱-۱-۱-۰-۲-۱- خواص فیزیکی و مکانیکی چوب صنوبر
۱۸	۷-۴-۱-۱-۱-۰-۲-۱- تیمار پذیری و نفوذ پذیری چوب صنوبر
۱۹	۸-۴-۱-۱-۱-۰-۲-۱- پایگاه و حوزه انتشار درختان صنوبر

۱۹	۱-۴-۹- موارد مصرف چوب صنوبر
۱۹	۱-۴-۱۰- ویژگی ها و مزایای گونه صنوبر
۲۰	۱-۴-۱۱- ویژگی ها و مزایای کاشت و بهره برداری از صنوبر
۲۰	۱-۴-۱۲- وضعیت کنونی صنوبر در ایران
۲۱	۱-۵-۵- قارچ چیست؟
۲۱	۱-۵-۱- ساختار قارچ
۲۱	۱-۵-۲- تولید مثل در قارچها
۲۲	۱-۵-۲-۱- تولید مثل غیر جنسی
۲۳	۱-۵-۲-۲- تولید مثل جنسی
۲۳	۱-۵-۴- تقسیم بندی قارچها
۲۳	۱-۵-۴-۱- زیر شاخه ماستیگو مایکوتینا
۲۳	۱-۵-۴-۲- زیر شاخه زیگومایکوتینا
۲۴	۱-۵-۴-۳- زیر شاخه آسکومایکوتینا
۲۴	۱-۵-۴-۴- زیر شاخه با زیدیومایکوتینا
۲۴	۱-۵-۴-۵- زیر شاخه دوترومایکوتینا
۲۵	۱-۵-۵- تخریب بیولوژیک توسط قارچ های مخرب چوب و سایر مواد لیگنوسلولزی
۲۵	۱-۵-۵-۱- زیست شناسی قارچ های مخرب چوب
۲۵	۱-۵-۵-۱-۱- کپک ها
۲۵	۱-۵-۵-۱-۲- باختگی ها
۲۶	۱-۵-۵-۱-۳- قارچ های عامل پوسیدگی
۲۷	۱-۵-۵-۱-۳-۱- پوسیدگی قهوه ای
۲۸	۱-۵-۵-۱-۳-۲- پوسیدگی سفید یا رشته ای
۲۹	۱-۵-۵-۱-۳-۳- پوسیدگی نرم
۲۹	۱-۵-۶- تغذیه در قارچ ها
۳۰	۱-۵-۷- شرایط و عناصر مورد نیاز قارچ ها
۳۰	۱-۵-۷-۱- رطوبت مورد نیاز قارچ ها
۳۰	۱-۵-۷-۲- دمای مورد نیاز قارچ ها
۳۱	۱-۵-۷-۳- PH مورد نیاز قارچ ها
۳۱	۱-۵-۷-۴- نور مورد نیاز قارچ ها
۳۱	۱-۵-۸- اثرات پوسیدگی بر روی چوب و روش های بررسی آن
۳۲	۱-۵-۹- روش های بررسی دوام طبیعی چوب
۳۳	۱-۶-۱- تکنیک ها و روش صحیح کشت آگار
۳۳	۱-۶-۱- آماده کردن محیط کشت
۳۴	۱-۷-۱- فرضیه ها
۳۴	۱-۸-۱- اهداف
۳۵	فصل دوم: بررسی منابع
۳۶	۲-۱- مروری بر مطالعات انجام شده در زمینه نانو
۴۳	۲-۲- مروری بر مطالعات انجام شده در زمینه پوسیدگی
۴۹	فصل سوم: مواد و روش ها و روش استاندارد
۵۰	۳-۱- تهیه نمونه
۵۱	۳-۲- آماده سازی نمونه ها جهت اندازه گیری وزن

۵۱	۳-۳- تنظیم رطوبت نمونه ها با نمک نیترات پتاسیم
۵۲	۳-۴- تهیه مواد شیمیایی
۵۳	۳-۵- آماده سازی وسایل مقدماتی
۵۳	۳-۵-۱- نمونه های شاهد
۵۳	۳-۵-۲- تهیه شیشه های کشت قارچ
۵۴	۳-۵-۳- تهیه و آماده سازی خاک
۵۵	۳-۵-۴- تهیه ماده غذایی چوبی برای قارچ ها
۵۶	۳-۶- آماده سازی محلول اشباع
۵۷	۳-۷- اشباع چوب با نانو دی اکسید تیتانیم
۵۸	۳-۸- محاسبه میزان جذب ماده حفاظتی
۵۹	۳-۹- تهیه نمونه قارچ پوسیدگی سفید، رنگین کمان
۵۹	۳-۱۰- تهیه نمونه قارچ پوسیدگی قهوه ای، قارچ سردابها
۶۰	۳-۱۱- تهیه و خالص سازی نمونه های قارچی
۶۰	۳-۱۲- تهیه محیط کشت مالت آگار
۶۱	۳-۱۳- انتقال مالت آگار به پتری دیش های پلاستیکی
۶۲	۳-۱۴- خالص سازی و کشت قارچ درون پتری دیش حاوی مالت آگار
۶۳	۳-۱۵- کشت قارچ خالص سازی شده در ظروف شیشه ای
۶۳	۳-۱۶- انتقال نمونه چوبها به محیط کشت قارچ شیشه ای
۶۴	۳-۱۷- آزمون مقاومت به پوسیدگی
۶۵	۳-۱۸- تجزیه و تحلیل آماری داده ها
۶۶	فصل چهارم: نتایج و بحث
۶۷	۴-۱- مقاومت به پوسیدگی در برابر قارچ مولد پوسیدگی سفید
۷۳	۴-۲- مقاومت به پوسیدگی در برابر قارچ مولد پوسیدگی قهوه ای
۸۰	فصل پنجم: نتیجه گیری و پیشنهادات
۸۱	۵-۱- نتیجه گیری کلی
۸۲	۵-۲- پیشنهادات
۸۳	منابع

سپاسگزاری

سپاس ایزد منان، که به انسان توانایی و دانایی بخشید تا به بندگانش شفقت ورزد، مهربانی کند و در حل مشکلاتشان یاری شان نماید. از راحت خویش بگذرد و آسایش هم نوعان را مقدم دارد، با او معامله کند و در این خلوص انباز نگیرد و خوش باشد که پروردگار سمیع و بصیر است.

شاکرم خداوند مهربان را که همواره در تمامی مراحل زندگیم به رحمت بیکرانش امید بسته و با توکل به او از هیچ مشکلی نگریخته و با صبر و تدبیر که از عنایات اوست بر مشکلات چیره گشته ام. در آغاز تحریر این پژوهش مراتب تشکر و قدردانی خود را از همه کسانی که به هر نحوی یاریم نمودند، ابراز می نمایم. از خانواده عزیز که برای پرورش این نهال نورسته در باغ زندگی ملامت بسیار کشیده و در برابر طوفان حوادث خم به ابرو نیاورده و تکیه گاه محکمی برای خیمه هستی ام بوده اند، بسیار سپاسگزارم.

از توجهات و راهنمایی های استاد راهنمای محترم آقای دکتر اصغر امیدوار که در انتخاب موضوع پایان نامه و سپس در مسئولیت راهنمایی اینجانب از هیچ گونه مساعدتی دریغ نوزیدند و با استفاده از اندوخته های ذیقیمت و راهنمایی های ارزنده خود بنده را در انجام این تحقیق مساعدت نمودند، بسیار متشکرم.

صدافزشته بوسه بر آن دست می زند

کز کار خلق یک کره بسته واکند

از استاد گرامی آقای دکتر محمد رضا ماستری فراهانی که مشاورت این پایان نامه را برعهده گرفتند، کمال تشکر و سپاسگذاری را دارم. جای آن دارد از زحمات مسئولین محترم آموزشی و آزمایشگاهی دانشکده چوب و کاغذ، آقایان مهندس زاهدی، رضایی نژاد، ملک شاه و خانم مهندس نیک اختر و حسین خانی و...، بدلیل مساعدت ها و راهنمایی های باارزششان تشکر نمایم.

همچنین از کلیه دوستان و همکلاسیها که بنده را در انجام این تحقیق همراهی نمودند صمیمانه تشکر و قدردانی می نمایم.

در پایان تقدیم به:

روح پاک پدر که عالمانه به من آموخت تا چگونه در عرصه زندگی، ایستادگی را تجربه نمایم.

و به مادرم، دریای بی کران فداکاری و عشق که وجودم برایش همه رنج بود و وجودش برایم همه مهر.

چکیده

در این تحقیق میزان مقاومت به پوسیدگی نمونه های برون چوب صنوبر دلتوئیدس (*Populus deltoides*) تیمار شده با نانو دی اکسید تیتانیم فاز آناتیس مورد بررسی قرار گرفت. نمونه های چوبی در دو سطح رطوبتی صفر و ۲۵ درصد توسط روش سلول پر با سوسپانسیون نانو دی اکسید تیتانیم در سه غلظت (۰/۵ - ۰/۷۵ - ۱ درصد) اشباع شدند. پس از خالص سازی و کشت قارچ ها در محیط کشت مالت - آگار، نمونه های تهیه شده طبق استاندارد ASTM - D 1413 در معرض دو قارچ عامل پوسیدگی سفید *versicolor Trametes* و پوسیدگی قهوه ای *Coniphora puteana* قرار داده شدند. بطوریکه نمونه های چوب روی قارچ های رشد داده شده در محیط خاک و چوب تغذیه منتقل شده و به مدت سه ماه در اتاق کشت با دمای ۲۳ درجه سانتی گراد و رطوبت نسبی ۷۵٪ قرار گرفتند. در این تحقیق با استفاده از دو سری نمونه شاهد و اشباع شده و بر اساس اندازه گیری های وزن در مراحل مختلف، کاهش وزن بر اثر رشد قارچ ها در نمونه ها اندازه گیری شد. بطور کلی تجزیه و تحلیل داده های بدست آمده نشان داد که اختلاف میانگین کاهش وزن نمونه های اشباع شده با نانو دی اکسید تیتانیم معنی دار بوده و در کلیه تیمارها مقاومت خوبی در برابر پوسیدگی قارچی مشاهده شد. همچنین با افزایش درصد استفاده از نانو دی اکسید تیتانیم، میزان پوسیدگی در نمونه ها کاهش یافت. بهترین مقاومت قارچی در غلظت ۱٪ از نانو دی اکسید تیتانیم و قارچ عامل پوسیدگی سفید رخ داد.

واژه های کلیدی: نانو دی اکسید تیتانیم، صنوبر دلتوئیدس، پوسیدگی سفید و قهوه ای

فصل اول

مقدمه و کلیات

چوب از جمله موادی است که بطور طبیعی و فراوان در دسترس بشر قرار داشته است و از اینرو تاریخ استفاده از آن به زمان های خیلی دور می رسد. بر اساس آماراعلام شده از سوی برخی از منابع بیش از ۵۰۰۰ فرآورده مختلف چوبی بطور مستمر در سطح جهان تولید می شود. متاسفانه چوب بعلت دارا بودن ساختمان طبیعی و مناسب برای تغذیه و اسکان بسیاری از انواع قارچ ها و حشرات می تواند به سرعت تخریب شده و موجب کاهش شدید در ارزش اقتصادی و کاربردی این ماده گرانبها گردد. به همین دلیل کارشناسان امر حفاظت چوب همواره می کوشند تا با استفاده از مواد گوناگون سمی و قارچ کش از تخریب چوب جلوگیری کنند. مواد حفاظتی متفاوتی با عناوین و فرمول های ساختاری متفاوت معرفی و مورد استفاده قرار گرفته است اما پیشرفت علوم و دانش بشری بسیاری از این مواد حفاظتی را به لحاظ زیست محیطی مضر و مخرب تشخیص داده است و استفاده از آن ممنوع شده است از این مواد می توان به ممنوعیت استفاده از مواد حفاظتی CCA اشاره نمود. مجموعه این عوامل سبب گشته کارشناسان تحقیقات گسترده ای را پیرامون جایگزینی این مواد سمی با مواد حفاظتی کارآمدتر و بی خطر برای محیط زیست انجام دهند (لندی، ۲۰۰۴).

در کشوری مانند ایران که همواره با کمبود چوب به عنوان ماده اولیه در صنایع چوب مواجه است و بخش عمده ای از چوب و فرآورده های آن را از طریق واردات تامین می کند. لازم است استفاده بهینه از منابع لیگنوسلولزی و همگام با آن کاهش فشار بر منابع تجدید شونده مورد توجه قرار گیرد (قربانی، ۱۳۸۶). با وجود اینکه چوب یکی از پر کاربردترین موادی است که بشر از دیرباز برای کاربردهای گوناگون از آن استفاده کرده می کند ولی به عنوان یک ماده طبیعی آلی همواره در معرض هجوم عوامل مخرب قرار دارد (ناجی، ۱۳۷۷). بعضی از چوبها بطور طبیعی دوام بالایی دارند و در برابر تغییرات عوامل محیطی و عوامل مخرب بیولوژیکی قادرند تا چندین سال (۳۰ سال و بیشتر) هم دوام آورند، ولی بعضی از چوبها دوامشان پایین بوده و در عرض کمتر از ۵ سال از بین می روند. پوسیدگی بوسیله قارچ های بازیدیومیسست مخرب چوب، قطعاً به عنوان یکی از مهمترین عوامل تخریب چوب بشمار می آیند. چرا که این عارضه الزاماً در مواقعی که الوار و چوب آلات در معرض رطوبت هوا قرار می گیرند، بطور شایع رخ می دهد. در نتیجه استفاده همه جانبه از چوب نیاز به حفاظت و مراقبت از آن برای زمان های طولانی دارد. و به همین دلیل از زمان های دور راهکارهای مختلفی برای بهره بری بیشتر چوب آلات پیشنهاد شده است، که از آن جمله می توان به اصلاح روش های برداشت و استحصال چوب، بهره بری از روش های خشک کردن در کوره و هوای آزاد و استفاده از مواد حفاظتی کارا اشاره نمود (زاهدی تجریشی، ۱۳۸۳).

امروزه در دنیا از فناوری نانو به عنوان یک تکنولوژی کلیدی و تأثیر گذار بر علم و صنعت یاد می شود. زیرا فناوری نانو به عنوان یک انقلاب، جایگاه کشورها را در جهان تحت تأثیر قرار می دهد. از این رو فناوری نانو و تولید مواد در ابعاد نانو متری موضوعی جذاب برای تحقیقاتی است که در دهه اخیر توجه زیادی را به خود معطوف داشته است. در این اندازه کوچک ذرات در مقایسه با حجم شان بزرگتر است، با افزایش سطح این ذرات واکنش پذیری مواد هم بیشتر می شود که سبب بالا رفتن توانایی شان در کاربردهای مختلف می شود (زانگ^۱ یان و همکاران ۲۰۰۹). با توجه به قابلیت و مزایای فراوان فناوری نانو برای بهبود بهره وری صنایع چوب و کاغذ، توسعه و کاربرد فناوری نانو در بهبود صنایع چوب و کاغذ

امری مهم و ضروری است. و می تواند به طور غیر مستقیم در حفظ و صیانت از جنگل ها تأثیر گذار باشد. یک سری از نانو فلزات دارای خواص منحصر به فردی در حفاظت از چوب در مقابل عوامل مخرب می باشند که این ویژگی می تواند در نفوذ به چوب و افزایش سطح مؤثر آن ها و توزیع مناسب در چوب اثر گذار باشد (کلاسن^۱ ۲۰۰۷). از این رو حفاظت چوب با نانو مواد می تواند پیشرفتی غیر منتظره و با اهمیت در راستای دوام و عملکرد چوب و فرآورده های آن به همراه حفظ ظاهر زیبای آن به دنبال داشته باشد. که تولید محصولات چوبی جدید با ارزش افزوده بالا را ممکن می سازد (محمدی، ۱۳۸۵). یکی از اهداف صنعت حفاظت چوب جلوگیری از پوسیدگی های بیولوژیک در چوب است. یکی از راهکارهای حفاظتی برای مقابله با پوسیدگی قارچی، تیمار چوب با مواد حفاظتی شیمیایی کارآمد می باشد که در این رابطه حفاظت از محیط زیست را نیز باید مد نظر قرار داد. چوب و کامپوزیت های چوبی، به ویژه در مصارف بیرونی، اغلب در معرض تهاجمات قارچی مانند لکه های آبی، کپک ها و قارچ های نابود کننده چوب قرار دارند. جلوگیری از تماس قارچی با چوب می تواند روش مناسبی برای به حداقل رساندن تکثیر کلونی های میکروبی و یا تشکیل کپک در چوب باشد (یوسفی، ۱۳۸۷). اصلاح سطح چوب با استفاده از نانو ذرات تکثیر باکتری ها و کلونی های قارچ ها را به طور چشمگیری کاهش می دهد. ذرات نانوروی، با قطر در حدود ۳۰ نانومتر، می تواند وارد حفرات سلولی شده و از طریق پونکتواسیون ها به دیواره سلولی و سایر حفرات رسوخ کرده و در دیواره یک اتصال قوی را ایجاد نماید و این عمل باعث گردد تا از حملات میکروبی جلوگیری شود. با استفاده از فناوری نانو می توان ماندگاری چوب را افزایش داد و همچنین از قطع بی رویه درختان تا حدود زیادی جلوگیری کرد (محمدی، ۱۳۸۵).

۱-۲- کلیاتی در مورد نانو

۱-۲-۱- نانو چیست ؟

یکی از پیشوندهای مقیاس اندازه گیری در سیستم SI نانو به معنی یک میلیاردم است. پیشوند نانو در اصل یک کلمه ی یونانی است، معادل لاتین این کلمه Dwarf می باشد که معنی قد کوتاه دارد (بی آزار، ۱۳۸۴).

۱-۲-۲- نانو تکنولوژی چیست ؟

به بیان ساده علم نانو مطالعه اصول اولیه مولکولها و ساختارهای با ابعاد بین ۱ تا ۱۰۰ نانو متر است. این ساختارها را نانو ساختار می نامند. نانو تکنولوژی، کاربرد این ساختارها در دستگاههای با اندازه ی نانو متری است. در حالی که تعاریف زیادی برای فناوری نانو وجود دارد، NNI کمیته پیشگامان بین المللی نانو تکنولوژی (National Nanotechnology Initiative) تعریفی را برای فناوری نانو ارائه می دهد که در برگیرنده هر سه تعریف ذیل باشد.

- توسعه فناوری و تحقیقات در سطوح اتمی، مولکولی و یا ماکرومولکولی در مقیاس اندازه ای ۱ تا ۱۰۰ نانومتر.
- ۲- خلق و استفاده از ساختارها و ابزار و سیستمهایی که به خاطر اندازه کوچک یا حد میانه آنها، خواص و عملکرد نوینی دارند.
- ۳- توانایی کنترل یا دستکاری در سطوح اتمی.

می توان گفت نانو تکنولوژی شکل جدیدی از ساخت مواد بوسیله ی کنترل و دستکاری واحدهای ساختمانی (Building blocks) آنها در مقیاس نانو می باشد. نانو تکنولوژی تولید کارآمد مواد و دستگاهها و سیستم ها با کنترل ماده در مقیاس طولی نانو متر و بهره برداری از خواص و پدیده های نو ظهوری است که در مقیاس نانو توسعه یافته اند. اصل چند رشته ای بودن نانو تکنولوژی بیانگر این حقیقت است که این علم رشته ی جدیدی نیست بلکه رویکردی جدید در تمام رشته ها است و تمام عرصه های مختلف علم و فناوری را در بر می گیرد.

۱-۲-۳- چرا نانو تکنولوژی ؟

شاید این سوال در ذهن پدید آید که چه چیزی در مقیاس نانو متری وجود دارد که یک تکنولوژی بر پایه آن نهاده شده است. آنچه باعث ظهور نانو تکنولوژی شده نسبت سطح به حجم بالای نانو مواد است. در مقیاس نانو، اشیاء شروع به تغییر رفتار می کنند و رفتار سطوح بر رفتار توده ای ماده غلبه می کند. در این مقیاس برخی روابط فیزیکی که برای مواد معمولی کاربرد دارند نقض می شوند.

۱-۲-۴- کاربرد های نانو تکنولوژی

از آنجایی که علوم نانو بخش وسیعی برگرفته از مباحث شیمی، فیزیک، بیولوژی، پزشکی، مهندسی و الکترونیک را در بر می گیرد، گروه بندی آن بسیار پیچیده است. دانشمندان، علوم نانو را به چهار گروه شامل مواد (گروه اول)، مقیاسها (گروه دوم)، تکنولوژی الکترونیک، اپتوالکترونیک، اطلاعات و ارتباطات (گروه سوم) و بیولوژی و پزشکی (گروه چهارم) طبقه بندی کرده اند. مواد نانو (Nanomaterials) قابلیت کنترل ساختار تشکیل دهنده مواد پیشرفته در ابعاد کوچک و کوچکتر، در اندازه های میکرو و نانو بوده است. هر قدر بتوان این مواد را در ابعاد ریزتر و کنترل شده ای تولید کرد مواد جدیدی با قابلیت و عملکردهای بسیار عالی به دست خواهد آمد. تاکنون تعاریف متعددی از مواد نانو ارائه شده است اما در یک تعریف جامع می توان گفت موادی در این گروه قرار می گیرند که یکی از ابعاد اضلاع آنها از ۱۰۰ نانومتر کوچکتر باشد. یکی از این گروهها، لایه ها است. لایه ها یک بعدی هستند که در دو بُعد دیگر توسعه می یابند مانند فیلم های نازک و پوششها، برخی از قطعات کامپیوتر جزو این گروه هستند. گروه بعدی شامل موادی است که دارای دو بعد هستند و در یک بعد دیگر گسترش می یابند و شامل لوله ها و سیمها می شوند. گروه مواد سه بعدی در نانو شامل ذرات، نقطه های کوانتمی (ذرات کوچک مواد نیمه هادیها) و نظایر آنها می شوند. دو ویژگی مهم، مواد نانو را از دیگر گروهها متمایز می سازد که عبارتند از افزایش سطح مواد و تاثیرات کوانتمی. این عوامل می توانند باعث ایجاد تغییرات و یا به وجود آمدن خواص ویژه ای مانند تاثیر در واکنشها، مقاومت مکانیکی و مشخصه های ویژه الکتریکی در مواد نانو شوند. همانگونه که اندازه این مواد کاهش می یابد، تعداد بیشتری از اتمها در سطح قرار خواهند گرفت. برای مثال، اتم های موادی به اندازه ۳۰ نانومتر به میزان ۵ درصد، ۱۰ نانومتر به میزان ۲۰ درصد و ۳ نانومتر به میزان ۵۰ درصد در سطح قرار دارند. در نتیجه مواد نانو با ذرات کوچکتر در مقایسه با مواد نانو با ذرات بزرگتر دارای سطح بیشتری در واحد جرم هستند. با توجه به ازدیاد سطح در این مواد، تماس ماده با سایر عناصر بیشتر شده و موجب افزایش واکنش با آنها می شود. این عمل منجر به تغییرات عمده در شرایط مکانیکی و الکترونیکی این مواد خواهد شد. برای مثال فلز نیکل در مقیاس نانو مقاومتی بیشتر از فولاد سخت شده دارد. به موازات تاثیرات ازدیاد سطح، اثرات کوانتمی با کاهش اندازه مواد (به مقیاس نانو) موجب تغییر در خواص این مواد می شود (تغییر در خواص بصری، الکتریکی و جاذبه). موادی که تحت تاثیر این تغییرات قرار می گیرند ذرات کوانتمی، لیزرهای کوانتمی برای الکترونیک

۱-۲-۵- نانو ذرات

یک نانوذره، ذره ای است که ابعاد آن در حدود ۱ تا ۱۰۰ نانومتر باشد. نانوذرات علاوه بر نوع فلزی، عایقها و نیمه هادیها، نانوذرات ترکیبی نظیر ساختارهای هسته‌لایه را نیز در بر می‌گیرند. همچنین نانوکره‌ها، نانومیله‌ها، و نانوفنجان‌ها تنها اشکالی از نانو ذرات در نظر گرفته می‌شوند. نانوذرات در اندازه‌های پایینتر جزء نانوخوشه‌ها به حساب می‌آیند. نانوبلورها و نقاط کوانتومی نیمه هادی نیز زیر مجموعه نانوذرات هستند. چنین نانوذراتی در کاربردهای بیودارویی به عنوان حامل دارو و عوامل تصویربرداری استفاده می‌شوند(بی آزار، ۱۳۸۴).

۱-۲-۶- کاربردهای نانو ذرات

گوناگونی مواد نانوذره‌ای به اندازه تنوع کاربردهای آنها است، زمینه‌هایی که نانوذرات کاربرد دارند، عبارتند از:

- مواد کامپوزیت
- کامپوزیت‌های ساختاری
- کاتالیزور
- بسته‌بندی
- روکش‌ها
- افزودنی‌های سوخت و مواد منفجره
- کاربرد نانوذرات در باتری‌ها و پیل‌های سوختی
- روان‌کننده‌ها
- پزشکی و داروسازی
- دارو رسانی
- محافظت‌کننده‌ها
- آنالیز زیستی و تشخیص پزشکی
- لوازم آرایشی

۱-۲-۷- روش‌های ساخت نانو ذرات

برای تولید نانوذرات روش‌های بسیار متنوعی وجود دارد. این روش‌ها اساساً به سه گروه تقسیم می‌شوند که در ذیل به شرح هر یک می‌پردازیم:

- **چگالش از یک بخار:** روش چگالش از یک بخار شامل تبخیر یک فلز جامد و سپس چگالش سریع آن برای تشکیل خوشه‌های نانومتری است که به صورت پودر ته‌نشین می‌شوند. مهمترین مزیت این روش میزان کم آلودگی است. در نهایت اندازه ذره با تغییر پارامترهایی نظیر دما و محیط گاز و سرعت تبخیر کنترل می‌شود. روش تبخیر در خلاء بر روی

- مایعات روان (VERL) و روش سیم انفجاری جزء روش‌های چگالش از یک بخار محسوب می‌شود.
- **سنتز شیمیایی:** استفاده از روش سنتز شیمیایی شامل رشد نانوذرات در یک محیط مایع حاوی انواع واکنشگرها است. روش سل ژل نمونه چنین روشی است، در روش‌های شیمیایی اندازه نهایی ذره را می‌توان با توقف فرآیند هنگامی که اندازه مطلوب به دست آمد یا با انتخاب مواد شیمیایی تشکیل دهنده ذرات پایدار و توقف رشد در یک اندازه خاص کنترل نمود. این روش‌ها معمولاً کم هزینه و پر حجم هستند، اما آلودگی حاصل از مواد شیمیایی می‌تواند یک مشکل باشد.
 - **فرآیندهای حالت جامد:** از روش فرایندهای جامد (آسیاب یا پودر کردن) می‌توان برای ایجاد نانوذرات استفاده نمود. خواص نانوذرات حاصل تحت تأثیر نوع ماده آسیاب‌کننده، زمان آسیاب و محیط اتمسفری آن قرار می‌گیرد. از این روش می‌توان برای تولید نانوذرات از موادی استفاده نمود که در دو روش قبلی به آسانی تولید نمی‌شوند.

۱-۲-۸- تعیین مشخصات نانوذرات

تعیین مشخصات نانوذرات برای کنترل سنتز و کاربرد آنها ضروری است. خواص این ترکیبات با استفاده از روش‌های گوناگونی نظیر: انواع میکروسکوپ‌های الکترونی، طیف‌سنجی فوتوالکترون، Xray و FT-IR و همچنین روش‌های تعیین اندازه و سطح ویژه ذرات سنجیده می‌شود. نانوذرات در حال حاضر از طیف وسیعی از مواد ساخته می‌شوند، معمول‌ترین آنها نانوذرات سرامیکی، فلزی و پلیمری و نانوذرات نیمه‌رسانا هستند.

۱-۲-۹- متداولترین نانو ذرات

۱-۲-۹-۱- نانوذرات نیمه‌رسانا (نقاط کوانتومی)

تعریف:

نقطه کوانتومی یک ناحیه از بلور نیمه‌رسانا است که الکترونها، حفرها یا هر دو آنها (که اگر بستون خوانده می‌شود) را در سه بعد در برمی‌گیرد. این ناحیه از چندنانومتر تا چندصدنانومتر را شامل می‌شود. در نقاط کوانتومی الکترونها درست مثل وضعیت یک اتم موقعیت‌های گسسته‌ای از انرژی را اشغال می‌کنند. به همین علت به آنها لفظ اتمهای مصنوعی نیز اطلاق می‌شود. در مقایسه با سیم کوانتومی که در دو بعد و لایه‌های کوانتومی در یک بعد نانو هستند نقاط کوانتومی نانو ساختارهای سه بعدی هستند. همچنین این ترکیبات به دلیل بازده کوانتومی بالا در مصارف اپتیکی کاربرد زیادی دارند.

کاربردها:

نقاط کوانتومی نیمه‌هادی با تحریک الکتریکی یا توسط گستره وسیعی از طول موج‌ها در فرکانس‌های کاملاً مشخصی به فلورسانس می‌پردازند، به این شکل که فرکانسی از نور را جذب کرده و در فرکانسی مشخص - که تابع اندازه آنهاست - به نشر نور می‌پردازند. این ذرات همچنین می‌توانند بر حسب ولتاژ اعمال شده، به انعکاس، انکسار یا جذب نور پردازند. این ویژگی کاربردهایی در مواد فتوکرومیک و الکتروکرومیک (موادی که به ترتیب بر اثر اعمال نور یا الکتریسیته تغییر رنگ می‌دهند) و پیل‌های خورشیدی خواهد داشت. علاوه بر این، از اسپین یک الکترون در یک نقطه کوانتومی می‌توان برای نمایش یک بیت کوانتومی - یا کیوبیت - در یک رایانه کوانتومی استفاده کرد (بی‌آزار، ۱۳۸۴).

تعریف:

معمول‌ترین نانوذرات، نانوذرات سرامیکی هستند که به سرامیک‌های اکسید فلزی، نظیر اکسیدهای تیتانیوم، روی، آلومینیوم و آهن و نانوذرات سیلیکاتی (سیلیکات‌ها یا اکسیدهای سیلیکون نیز سرامیک هستند)، که عموماً به شکل ذرات نانومقیاسی خاک رس، تقسیم می‌شود. طبق تعریف حداقل باید یکی از ابعاد نانوذرات کمتر از ۱۰۰ نانومتر باشد. نانوذرات سرامیکی فلزی یا اکسید فلزی تمایل به داشتن اندازه یکسانی در هر سه بعد، از دو یا سه نانومتر تا ۱۰۰ نانومتر دارند که به وسیله نیروهای الکترواستاتیک به یکدیگر چسبیده و به شکل پودر بسیار ریزی رسوب می‌کنند. نانوذرات سیلیکاتی ذراتی با ضخامت تقریباً ۱ نانومتر و پهنای ۱۰۰ تا ۱۰۰۰ نانومتر هستند. معمول‌ترین نوع خاک رس که نانوذرات سیلیکاتی هستند مونت‌موریلونیت یا آلومینو سیلیکات لایه‌ای می‌باشد.

کاربردها:

وقتی اندازه نانوذرات کاهش می‌یابد، نسبت سطح مؤثر به حجم ذرات افزایش یافته، اثرات سطحی قوی‌تر شده و خواص کاتالستی افزایش می‌یابد. به همین دلیل نانوذرات به عنوان کاتالیزور در زمینه‌هایی نظیر باتری‌ها، پیل‌های سوختی و انواع فرآیندهای صنعتی قابل استفاده هستند. بیشتر بودن سهم اتم‌ها در سطح نانوذرات نیز خواص فیزیکی آنها را تغییر می‌دهد مثلاً سرامیک‌هایی که به طور عادی شکننده‌اند، نرم‌تر می‌شوند.

سرانجام این که افزایش سطح مؤثر حلالیت را افزایش می‌دهد، برای مثال قدرت ترکیبات ضد باکتری را بهبود می‌بخشد. اصلاح شیمیایی سطح نانوذرات تأثیر زیادی در کارایی و کاربرد آنها دارد. ایجاد خواص آبدوستی و آبگریزی جزء روش‌های اصلاح شیمیایی نانوذرات محسوب می‌شوند. برای نمونه، نانوذرات سیلیکاتی برای به دست آوردن خاصیت آب‌گریزی بیشتر، باید به صورت شیمیایی اصلاح شوند، مثلاً می‌توان با استفاده از یون‌های آمونیوم یا مولکول‌های بزرگتری نظیر سیلسزکیوکسان‌های الیگومریک چند وجهی (POSS)، که هم برای روکش‌دهی نانوذرات سیلیکات و هم به عنوان پرکننده مناسب هستند، این اصلاح شیمیایی را انجام داد. مونت‌موریلونیت یا آلومینو سیلیکات لایه‌ای با پلیمریزاسیون یا به وسیله آمیزش ذوبی (اختلاط با یک پلاستیک مذاب) با پلیمرها ترکیب شوند و خواص جالب‌توجهی را حاصل می‌آورند (بی‌آزار، ۱۳۸۴).

روش‌های ساخت: نانوذرات سرامیکی از روش‌های سنتز شیمیایی و فرآیندهای حالت جامد بدست می‌آیند.

تعریف: نانوکامپوزیت نانوذره‌ای ترکیبی است که در آن نانوذرات سرامیکی در داخل یک زمینه پلیمری توزیع شده‌اند.

خواص و کاربردها:

استفاده از نانوذرات در مواد کامپوزیتی می‌تواند استحکام آنها را افزایش و یا وزن آنها را کاهش دهد، مقاومت شیمیایی و

حرارتی آنها را زیاد کند، خصوصیات جدیدی نظیر هدایت الکتریکی را به آنها بیفزاید و فعل و انفعال آنها با نور یا دیگر تشعشعات را تغییر دهد. یکی از خواص کامپوزیت‌های نانوذره‌ای سرامیکی در صنعت بسته‌بندی، کاهش نفوذپذیری گازها است. این خاصیت ناشی از شکل دانه‌ای نانوذرات است که مولکول‌ها را وادار به جابجایی در طول و پیچ و خم‌های ماده می‌نمایند. پرکننده‌های سیلیکات دانه‌ای نیز می‌توانند خاصیت یک پلیمر را از سخت شدن صرفاً در یک جهت به دو جهت تغییر دهند. هنگامی که نانوذرات سیلیکاتی (خاک‌رس) به عنوان پرکننده در پلاستیک‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند، با پراکنده‌سازی تنش‌ها استحکام فوق‌العاده‌ای را به وجود می‌آورند، آب‌رفتگی، تاب برداشتن (در کامپوزیت‌هایی که ضریب انبساط حرارتی کمتری دارند) و نفوذپذیری گازها کاهش می‌یابد، مقاومت در برابر آتش و مواد شیمیایی افزایش یافته، بازیافت این مواد آسانتر می‌شود. پرکننده‌های خاک‌رس با مقدار پرکننده کمتری نسبت به پرکننده‌های معمولی، استحکام را افزایش می‌دهد. مثلاً با افزایش ۵ درصد از پرکننده‌های نانورس به کامپوزیت‌ها همان نتیجه‌ای حاصل می‌شود، که با افزایش ۲۰ درصد از پرکننده‌هایی همچون الیاف شیشه‌ای به دست می‌آید. همچنین میزان پرکننده را می‌توان بدون تغییر در خاصیت چکش‌خواری محصول به ۱۰ درصد افزایش داد، که این امر با پرکننده‌های متعارف ممکن نیست (مشایخ، ۱۳۸۴).

۱-۲-۹-۴- نانوذرات فلزی

تعریف: طبق تعریف عمومی نانوذرات فلزی، ذراتی به ابعاد ۱ تا ۱۰۰ نانومتر هستند.

روش ساخت: نانوذرات فلزی با استفاده از روش‌های چگالش بخار و سیم انفجاری بدست می‌آیند

خواص و کاربرد:

این نانوذرات می‌توانند بدون اینکه ذوب شوند (تحت نام پخت) در دماهای پائین‌تر از دمای ذوب فلز، در یک جامد آمیخته شوند، این کار منجر به سهل‌تر شدن فرآیند تولید روکش‌ها و بهبود کیفیت آنها، خصوصاً در کاربردهای الکترونیکی نظیر خازن‌ها می‌گردد. همچنین نانوذرات فلزی، در دماهای کمتر از دمای هم‌تا‌های غیر نانومقیاسی خود به سطوح و مواد توده‌ای تبدیل می‌شوند و هزینه ساخت را کاهش می‌دهند.

۱-۲-۹-۵- نانوکامپوزیت‌های نانوذره‌ای فلزی

تعریف: نانوکامپوزیت‌های نانوذره‌ای فلزی از آمیخته شدن نانوذرات فلزی (باتوجه به خواصشان) با پلیمر بدست می‌آیند.

خواص و کاربرد:

این نانوکامپوزیت‌ها، به دلیل ممانعت خوبی که در مقابل تداخل الکترومغناطیسی به وجود می‌آورند، می‌توانند در رایانه و تجهیزات الکترونیکی به کار روند.

نانوکامپوزیت‌های نانوذره‌ای فلزی قابلیت‌های ویژه‌ای در هدایت گرمایی و الکتریکی دارند که کارایی آن‌ها را افزایش می‌دهد (مشایخ، ۱۳۸۴).

۱-۲-۱- کلویدها - نانوذرات قدیمی

یک روش خوب برای درک مفاهیم نانویی، مطالعه‌ی نقاط شروع این فناوری در دنیای علم است. در قرن بیستم، به دنبال کشف قابلیت‌های گسترده‌ی مولکول‌ها در ساختن مواد جدید، دانش‌های مرتبط با ذرات ریز توسعه یافتند. یکی از این یافته‌ها که امروزه توسعه‌ی چشمگیری پیدا کرده، کلویید و انواع مختلف آن است.

۱-۲-۱-۱- کلویید چیست؟

اگر در یک لوله‌ی آزمایش تا یک سوم گنجایش آن الکل معمولی ریخته شود و به آن نصف قاشق چایخوری گرد گوگرد اضافه شود و سپس مخلوط حاصل را به ملایمت داخل یک بشیر آب داغ گرما داده و هم زده شود، مشاهده شده که گوگرد در الکل حل می‌شود. اما اگر چنین محلولی در یک ظرف سرد خالی شود، مشاهده شده که پدیده‌ی دیگری به وجود می‌آید. در مخلوط جدید، گوگرد به صورت ذرات ریزی درمی‌آید و هر ذره با آن‌که خیلی ریز است، از صدها و گاه هزاران اتم تشکیل شده است. این ذرات را «کلویید» می‌نامند.

۱-۲-۱-۲- کلویید چگونه کشف شد؟

در سال ۱۸۶۱، توماس گراهام، عبور مواد مختلف را از درون غشای تراوا آزمایش کرد. او دریافت که گروهی از اجسام به‌آسانی از درون غشا عبور می‌کنند و گروه دیگر به هیچ وجه از آن نمی‌گذرند. این دانشمند، اجسام گروه اول را کریستالوئید (شبه بلور) و گروه دوم را کلویید (شبه چسب) نامید.

۱-۲-۱-۳- انواع کلوییدها

کلویید حداقل از دو فاز تشکیل شده است که عبارتند از: فاز پخش کننده و فاز پخش شونده. کلوییدها را می‌توان از دیدگاه مختلفی دسته بندی کرد. یکی از آن‌ها که بیشتر مرسوم و در عین حال، ساده است بر اساس فاز پراکنده شونده و فاز پراکنده کننده می‌باشد. فاز پراکنده شونده ممکن است گاز، مایع یا جامد باشد. فاز پراکنده کننده نیز می‌تواند گاز، مایع یا جامد باشد. به این ترتیب به نظر می‌رسد که می‌توان ۹ حالت مختلف را در نظر گرفت. البته در عمل کلویید گاز در گاز نداریم زیرا گازها به طور کاملاً یکنواخت و در مقیاس مولکولی در هم پراکنده می‌شوند و سیستم کاملاً همگن و یکنواختی را تشکیل می‌دهند که محلول محسوب می‌شود نه کلویید. در جدول زیر انواع کلوییدها بصورت مختصر شرح داده شده است:

۴-۱۰-۲-۱ - تفاوت کلویدها و محلول ها

کلویدها ظاهری محلول مانند دارند. یعنی به ظاهر همگن و شفاف اند و مانند محلول ها از سوراخ های کاغذ صافی می گذرند. با وجود این، چهار تفاوت اساسی میان کلویدها و محلول ها دیده می شود:

- ۱ - در کلویدها، اندازهی ذرات پخش شده، از اندازهی ذرات حل شده در محلول ها، یعنی مولکول ها و یون ها، بزرگتر است. در حالی که اندازهی ذرات حل شده در محلولها در حدود ۱۰-۹ نانومتر است، یعنی ابعاد یونها.
- ۲ - اگرچه معمولاً اندازهی ذرات سازندهی کلویدها آن اندازه کوچک است که از سوراخ های کاغذ می گذرند، اما آن اندازه بزرگ هم هست که وقتی در مسیر نور قرار گیرند، بتوانند نور را به اطراف پراکنند. اگر در یک جای تاریک، دو ظرف، یکی شامل محلولی مانند آب نمک و دیگری شامل کلوییدی مانند $FeCl_3$ در آب جوش را در کنار یکدیگر قرار دهید و باریکهی نوری به آن بتابانید و از پهلو به آن دو نگاه کنید، می بینید که مسیر عبور نور در داخل محلول مشخص نیست، ولی در داخل کلویید کاملاً مشخص است.
- ۳ - کلویدها برخلاف محلول ها حالت پایدار ندارند، بلکه با گذشت زمان تغییر می کنند.
- ۴ - ذرات سازندهی کلویدها بر خلاف ذرات سازندهی محلول ها، در شرایط معین، مثلاً بر اثر سرد کردن یا گرم کردن یا در مجاورت با برخی ذرات دیگر، به یکدیگر متصل می شوند و ذرات بسیار بزرگتری را تشکیل می دهند. در این صورت، کلویید حالت «نیمه جامد» یا «ژله» به خود می گیرد، یا اینکه لخته می شود.

۴-۱۰-۲-۵ - اندازه های کلوییدی

اگر جسمی را که نرم ساییده شده است در آب ریخته شود، یکی از سه حالت زیر پیش می آید:

- ممکن است یک «محلول حقیقی» تشکیل شود که نتیجهی پراکنده شدن اتم ها، مولکول ها یا یون های آن جسم در یک حلال است. اندازهی ذرات در این محلول از حدود ۱ nm تجاوز نمی کند.
- این امکان وجود دارد که ذرات بزرگتر از حدود ۱۰۰ nm باقی بمانند. این ذرات میکروسکوپی، به تدریج ته نشین می شوند. از آنجا که این ذرات به طور موقت معلق اند و بر اثر ماندن ته نشین می شوند، به مخلوط حاصل، «مخلوط معلق» یا «سوسپانسیون» می گویند.
- ذراتی که اندازهی آنها از ۱ nm تا حدود ۱۰۰ nm تغییر می کند، معمولاً به صورت پراکنده در همه جای محیط باقی می ماندند. این نوع مخلوط «کلویید» نامیده می شود. به عبارت دیگر، در یک مخلوط کلوییدی با «نانوذرات» سروکار داریم.

کلویدها در میانهی سوسپانسیون ها و محلول ها قرار می گیرند، ولی ناهمگن به شمار می روند.

۳-۱ - اطلاعات اولیه درباره تیتانیم

تیتانیم عنصر شیمیایی است که در جدول تناوبی دارای نشان Ti و عدد اتمی ۲۲ است.

تیتانیوم که عنصری است نرم ، سبک ، نقره‌ای براق ، درخشان و فلز انتقالی مقاوم در برابر فرسایش ، در آلیاژهای محکم و سبک و رنگدانه‌های سفید کاربرد دارد. این عنصر در مواد معدنی متعددی وجود دارد، ولی منابع اصلی آن ، روتیل و ایلمنیت هستند.

۱-۳-۱- تاریخچه تیتانیوم

تیتانیوم واژه لاتین Titans : بمعنی اولین فرزند پسر تیتانیوم در سال ۱۷۹۱ در انگلستان "William Gregor" که متوجه وجود عنصر جدیدی در ایلمنیت شده بود، کشف شد. این عنصر چند سال بعد توسط "Heinrich Klaproth" شیمیدان آلمانی در کانی روتیل دوباره کشف گردید. در سال ۱۷۹۵، Klaproth این عنصر جدید را بر اساس Titan در اساطیر یونان نامگذاری نمود.

"Matthew A. Hunter" در سال ۱۹۱۰ بوسیله حرارت دادن $TiCl_4$ با سدیم در بمب فولادی در دمای ۸۰۰-۷۰۰ درجه سانتی‌گراد برای اولین بار تیتانیوم فلزی خالص (۹۹/۹٪) تهیه کرد. فلز تیتانیوم تا سال ۱۹۴۶ خارج از آزمایشگاه کاربردی نداشت. در این سال ، "William Justin Kroll" اثبات نمود که می‌توان تیتانیوم را بوسیله کاهش تتراکلرید تیتانیوم با منیزیم بصورت تجاری تولید کرد؛ (این روش امروزه همچنان مورد استفاده است).

۱-۳-۲- چگونگی پیدایش تیتانیوم

فلز تیتانیوم در طبیعت بصورت ترکیب با سایر عناصر وجود دارد و این عنصر ، نهمین عنصر فراوان در پوسته زمین محسوب می‌شود (۰/۰۶٪ کل جرم) و در بیشتر سنگهای آذرین و رسوبات آنها یافت می‌شود. بیشتر در مواد معدنی ، brookite , titanates می‌شود. از میان این مواد معدنی فقط ilmenite , leucoxene ، rutile و leucoxene ، از نظر اقتصادی اهمیت دارند. چون تیتانیوم به راحتی در دماهای زیاد با اکسیژن و کربن واکنش می‌کند، تهیه فلز تیتانیوم خالص مشکل است. منابع مهم تیتانیوم در استرالیا ، اسکانندیناوی ، آمریکای شمالی و مالزی قرار دارند.

این فلز در شهاب سنگها یافت شده و حضور آن در خورشید و ستارگان M-type نیز شناسایی شده است. سنگهایی که در ماموریت آپولو ۱۷ از ماه آورده شده‌اند، حاوی ۱۲/۱ % TiO_2 هستند. بعلاوه تیتانیوم در خاکستر ذغال سنگ ، گیاهان و حتی بدن انسان یافت شده است.

۱-۳-۳- خصوصیات تیتانیوم

تیتانیوم ، عنصر فلزی است که به سبب مقاومت زیاد خود در برابر فرسودگی (تقریباً " به مقاومت پلاتینیم) و استحکامی که نسبت به وزن خود دارد، معروف است. فلزی است سبک ، محکم ، قابل ساخت آسان با جرم حجمی پایین، که به شکل خالص کاملاً چکش خوار ، آسان برای کار ، براق و به رنگ نقره‌ای درخشان می‌باشد. نقطه ذوب نسبتاً زیاد این عنصر، آنرا به یک فلز دیر گداز مفید تبدیل کرده است.

تیتانیم به سختی فولاد اما ۴۵٪ سبکتر از آن است و با اینکه ۶۰٪ سنگین تر از آلومینیوم می باشد، دو برابر محکم تر از آن است. این خصوصیات، تیتانیم را در برابر انواع معمولی فرسودگی بسیار مقاوم می کند. این فلز در معرض هوا یک لایه اکسید بی اثری را تولید می کند، اما اگر در محیطهای بدون اکسیژن قرار گیرد، انعطاف پذیر است. این فلز که اگر در هوا گرم شود، شروع به سوختن می کند، تنها عنصری است که می تواند در گاز نیتروژن خالص بسوزد. تیتانیم در مقابل اسید سولفوریک رقیق، اسید هیدروکلریک، گاز کلر، محلولهای کلرید و بیشتر اسیدهای آلی مقاوم است. این عنصر دارای دو گونه است؛ شکل آلفا چهار ضلعی که در دمای ۸۸۰ درجه سانتی گراد به آرامی به شکل بتا مکعبی تغییر می کند. اگر در اثر حرارت سرخ شود، با اکسیژن ترکیب شده و در حرارت ۵۵۰ درجه سانتی گراد با کلر ترکیب می گردد.

۱-۳-۴- کاربردهای تیتانیم

- تقریباً ۹۵٪ تیتانیم به شکل دی اکسید تیتانیم (TiO_2) مصرف می شود که رنگدانه سفید ثابتی است با قدرت پوشش خوب در رنگها، کاغذ و پلاستیکها. رنگهایی که با دی اکسید تیتانیم ساخته می شوند، منعکس کننده های بسیار خوب پرتو مادون قرمز هستند و بنابراین منجمان، بطور گسترده ای از آن استفاده می کنند.
- آلیاژهای تیتانیم به علت استحکام، سبکی، مقاومت بسیار زیاد در برابر فرسودگی و توانایی تحمل حرارت های بسیار زیاد در هواپیما و موشک مورد استفاده قرار می گیرند، اگرچه کاربردهای آن در محصولات مصرفی مثل چوب گلف، دوچرخه و کامپیوترهای لپتاب نیز در حال رواج است. تیتانیم بیشتر با آلومینیوم، آهن، منگنز، مولیبدنم و مواد دیگر آلیاژ می سازد.
- به علت مقاومت زیاد آن در برابر آب دریا، از آن برای ساخت میله های پروانه و وسایل کشتی استفاده می شود.
- برای ساخت سنگ جواهرهای مصنوعی ظریف بکار می رود.
- مایع بی رنگ تتراکلرید تیتانیم ($TiCl_4$) برای iridize شیشه مورد استفاده قرار می گیرد و چون در هوای مرطوب شدیداً تولید بخار می کند، برای ایجاد پرده دود (جهت استتار) نیز کاربرد دارد.
- علاوه بر اینکه دی اکسید تیتانیم، رنگدانه بسیار مهمی است، چون خودش توانایی محافظت از پوست را دارد، در کرمهای ضد آفتاب بکار برده می شود.
- چون این فلز از نظر فیزیولوژیکی بی اثر محسوب می شود، در پیوندهای جایگزینی مفصل مثل لگن مورد استفاده است.
- به علت بی اثری و رنگهای جذاب، استفاده از آن بعنوان زیورآلات بدن رایج شده است.
- یکی از کاربردهای بالقوه تیتانیم، در کارخانه های آب شیرین کن است (دستجردی، ۱۳۸۵).

۱-۳-۵- فرآیند تولید تیتانیم

فلز تیتانیم بصورت تجاری بوسیله کاهش $TiCl_4$ با منیزیم تولید می‌شود. این فرآیند را William Justin Kroll در سال ۱۹۴۶ ابداع کرد. این فرآیند گروهی، گران و پیچیده است، اما ممکن است فرآیند جدیدتری که روش "FFC-Cambridge" نامیده می‌شود، جایگزین روش قدیمی گردد. در این روش از ماده خام پودر دی‌اکسید تیتانیم (که شکل تصفیه شده روتیل است) برای تولید نهایی که جریان مداومی از تیتانیم مذاب است استفاده می‌شود. از این محصول بلافاصله در ساخت آلیاژهای تجاری بهره می‌برند. امید است با استفاده از روش FFC-Cambridge مقدار بیشتری تیتانیم و با هزینه ای کمتر برای صنعت هوافضا و بازار کالاهای زینتی تهیه شود و شاهد استفاده از این فلز در محصولاتی که در حال حاضر از آلومینیم و انواع خاص فولاد استفاده می‌کنند، باشیم.

۱-۳-۶- ترکیبات تیتانیم

اگرچه فلز تیتانیم به علت هزینه زیاد استخراج نسبتاً متداول نیست، دی‌اکسید تیتانیم ارزان، به مقدار زیاد موجود و دارای کاربرد وسیعی به عنوان رنگدانه سفید در صنعت رنگسازی، پلاستیک و سیمان ساختمان می‌باشد. پودر TiO_2 از نظر شیمیایی بی‌اثر است، در نور آفتاب رنگ خود را حفظ می‌کند و بسیار مات است. این خصوصیت باعث می‌شود تا مواد شیمیایی خاکستری یا قهوه‌ای که بیشتر پلاستیکهای خانگی را تشکیل می‌دهند، به رنگ سفید خالص درخشانی تبدیل کند. دی‌اکسید تیتانیم خالص دارای ضریب شکست بسیار بالا و تجزیه نوری بیشتر از الماس است. یاقوت کبود ستاره‌ای و یاقوت قرمز درخشندگی خود را از دی‌اکسید تیتانیوم موجود در خود می‌گیرند.

۱-۳-۷- ایزوتوپها

تیتانیم بطور طبیعی دارای ۵ ایزوتوپ پایدار تیتانیم ۴۶، تیتانیم ۴۷، تیتانیم ۴۸، تیتانیم ۴۹ و تیتانیم ۵۰ است، که فراوانترین آنها تیتانیم ۴۸ (فراوانی طبیعی ۷۳/۸٪) می‌باشد. ۱۱ رادیوایزوتوپ هم برای این عنصر شناسایی شده است که پایدارترین آنها تیتانیم ۴۴ بانیمه عمر ۶۳ سال، تیتانیم ۴۵ با نیمه عمر ۱۸۴٫۸ دقیقه، تیتانیم ۵۱ با نیمه عمر ۵٫۷۶ دقیقه و تیتانیم ۵۲ با نیمه عمر ۱٫۷ دقیقه هستند.

سایر ایزوتوپهای رادیواکتیو، نیمه عمری کمتر از ۳۳ ثانیه دارند که نیمه عمر اکثر آنها کمتر از نیم ثانیه می‌باشد. ایزوتوپهای تیتانیم از نظر وزن اتمی بین (۹۹٫۳۹ amu برای تیتانیم ۴۰ و ۹۶۶٫۵۷ amu برای تیتانیم ۵۸) قرار دارند. حالت فروپاشی اولیه قبل از فراوانترین ایزوتوپ (تیتانیم ۴۸) جذب الکترون و حالت اولیه پس از آن ارسال بتا می‌باشد. محصول فروپاشی اولیه قبل از تیتانیم ۴۸ ایزوتوپهای عنصر (۲۱ اسکاندیم) و محصول اولیه پس از آن ایزوتوپهای عنصر (۲۳ وانادیم) می‌باشد.

۱-۳-۸- هشدارها

پودر فلز تیتانیم خطر جدی آتش‌زایی دارد، اما نمکهای آنرا در بیشتر موارد نسبتاً بی‌ضرر به حساب می‌آورند. اما ترکیبات با کلر را مثل $TiCl_3$ و $TiCl_4$ باید خورنده در نظر گرفت. تیتانیم به تجمع در بافت‌هایی از بدن که دارای سیلیکا است، تمایل دارد؛ اما این عنصر هیچگونه نقش بیولوژیکی شناخته شده